

# CUIEET

Gijón

**Gijón,  
25, 26 y 27 de  
junio 2018**

## **XXVI Congreso Universitario de Innovación Educativa en las Enseñanzas Técnicas**

Escuela Politécnica de Ingeniería de Gijón

### **LIBRO DE ACTAS**



Universidad de Oviedo  
*Universidá d'Uviéu*  
University of Oviedo



LIBRO DE ACTAS DEL  
**XXVI Congreso Universitario de Innovación Educativa**  
**En las Enseñanzas Técnicas**  
25-27 de junio de 2018  
Escuela Politécnica de Ingeniería de Gijón  
UNIVERSIDAD DE OVIEDO

© Universidad de Oviedo, 2018

ISBN: 978-84-17445-02-7

DL: AS 1893-2018

|  |     |
|--|-----|
| La importancia de las empresas como patrocinadores de los laboratorios de fabricación (Fab Labs)   | 1   |
| La formación dual universitaria en el Grado en Ingeniería en Automoción de la IUE-EUI de Vitoria-Gasteiz. Requisitos de calidad          | 12  |
| Prácticas formativas en la UPV: objetivo estratégico   | 24  |
| Elaboración de <i>audioslides</i> para apoyo a la enseñanza en inglés en los grados bilingües  | 36  |
| <i>Effect of Industry 4.0 on education systems: an outlook</i>   | 43  |
| Uso de simuladores y herramientas de programación para facilitar la comprensión de la operación de los sistemas eléctricos               | 55  |
| Aplicación de ejercicios resueltos de ingeniería del terreno con recursos de acceso libre para teléfonos móviles y tabletas electrónicas | 67  |
| <i>Proposal to determine learning styles in the classroom</i>  | 77  |
| La soledad de los Millennials en la EPI de Gijón   | 84  |
| Mejora de la calidad de la formación postgraduada en ortodoncia de la Universidad de Oviedo  | 96  |
| El plagio entre el alumnado universitario: un caso exploratorio  | 106 |
| Competencias necesarias en el ejercicio de la profesión de Ingeniería Informática: experimento sobre la percepción de los estudiantes    | 116 |
| El proyecto <i>Flying Challenge</i> , una experiencia de interconexión universidad-empresa utilizando mentoría entre iguales             | 127 |
| Formación en ingeniería con la colaboración activa del entorno universitario   | 134 |
| “Emprende en verde”. Proyecto de innovación docente de fomento del emprendimiento en el ámbito de las Ingenierías Agrarias               | 146 |
| Competencia transversal de trabajo en equipo: evaluación en las enseñanzas técnicas  | 158 |
| <i>Introducing sustainability in a software engineering curriculum through requirements engineering</i>                                  | 167 |

|   |     |
|---|-----|
| Percepción de las competencias transversales de los alumnos con docencia en el área de producción vegetal   | 176 |
| Experiencia de aprendizaje basado en proyectos con alumnos Erasmus  | 186 |
| Elaboración de un juego de mesa para la adquisición de habilidades directivas en logística  | 198 |
| Proyecto IMAI - innovación en la materia de acondicionamiento e instalaciones. Plan BIM   | 210 |
| <i>BIM development of an industrial project in the context of a collaborative End of Degree Project</i>   | 221 |
| Desarrollo de un sistema de detección de incendios mediante drones: un caso de aprendizaje basado en proyectos en el marco de un proyecto coordinado en un Máster Universitario en Ingeniería Informática   | 231 |
| Algunas propuestas metodológicas para el aprendizaje de competencias matemáticas en ingeniería  | 243 |
| Riesgos psicosociales del docente universitario   | 255 |
| <i>Face2Face</i> una actividad para la orientación profesional  | 267 |
| Trabajo fin de grado. Una visión crítica  | 276 |
| Gamificaci en el aula: “ <i>Escape Room</i> ” en tutorías grupales  | 284 |
| Una evolución natural hacia la aplicación del aprendizaje basado en diseños en las asignaturas de la mención de sistemas electrónicos del Grado en Ingeniería en Tecnologías y Servicios de Telecomunicación. Una experiencia docente desde la EPI de Gijón | 296 |
| Propuesta para compartir escenarios docentes a través de <i>visual thinking</i> . Bases de la termografía, equipos electromédicos termo-gráficos y su aplicación en salud   | 308 |
| EMC: aspectos prácticos en el ámbito docente  | 316 |
| Habilidades sociales en la ingeniería   | 327 |
| Aprendizaje orientado a proyectos integradores y perfeccionamiento del trabajo en equipo caso - Máster Erasmus Mundus en Ingeniería Mecatrónica   | 339 |

|  |     |
|--|-----|
| Tendencias en la innovación docente en enseñanzas técnicas: análisis y propuesta de mejoras para la asignatura Mecánica de Fluidos                     | 349 |
| Diseño y puesta en marcha de una práctica docente basada en recuperación de energía térmica mediante dispositivos termoeléctricos                      | 361 |
| Caso de estudio en el procedimiento de un grupo de estudiantes cuando se aplica Evaluación Formativa en diferentes materias de un Grado de Ingeniería  | 373 |
| Visionado de vídeos como actividad formativa alternativa a los experimentos reales   | 385 |
| Utilización de vídeos <i>screencast</i> para la mejora del aprendizaje de teoría de circuitos en grados de ingeniería                                  | 394 |
| La invasión de los garbanzos   | 406 |
| Evolución del sistema de gestión de prácticas eTUTOR entre los años 2010 y 2017  | 418 |
| Implementación de juegos educativos en la enseñanza de química en los grados de ingeniería   | 430 |
| Trabajando interactivamente con series de Fourier y trigonométricas  | 439 |
| Aproximación de las inteligencias múltiples en ingeniería industrial hacia una ingeniería inteligente  | 450 |
| Cooperando mayor satisfacción. Experiencias de dinámicas cooperativas en 1 <sup>er</sup> curso de ingeniería en el área de expresión gráfica.          | 461 |
| Cognición a través de casos en el área de Acondicionamiento e Instalaciones de la E.T.S. de Arquitectura de Valladolid                                 | 473 |
| Un instrumento para explorar las actitudes hacia la informática en estudiantes de matemáticas  | 482 |
| La metodología <i>contest-based approach</i> en STEM: modelización de datos meteorológicos   | 493 |
| Técnicas de gamificación en ingeniería electrónica   | 505 |
| El reto del aprendizaje basado en proyectos para trabajar en competencias transversales. aplicación a asignaturas de electrónica en la ETSID de la UPV | 521 |



|   |     |
|---|-----|
| Dibujo asistido por ordenador, sí, pero con conocimiento de geometría   | 534 |
| Introduciendo la infraestructura verde y los sistemas de drenaje sostenible en los estudios de grado y postgrado en ingeniería  | 547 |
| Aprendizaje colaborativo en Teoría de Estructuras   | 559 |
| Modelo de evaluación y seguimiento de los trabajos fin de grado (TFG) y trabajos fin de máster (TFM) tutorizados en el área de Ingeniería de los Procesos de Fabricación          | 567 |
| El Taller de Diseño como núcleo de innovación docente y eje de adquisición de competencias en la formación del Grado en Ingeniería en Diseño Industrial y Desarrollo de Productos | 579 |
| Diseño y evaluación de un laboratorio virtual para visualizar en 3D el gradiente y la derivada direccional en un campo escalar bidimensional                                      | 588 |
| La ludificación como herramienta de motivación en la asignatura bilingüe <i>Waves and Electromagnetism</i>  | 600 |
| Gamificación en la impartición de Cálculo de Estructuras  | 612 |
| Análisis de las actitudes visuales y verbales de alumnos noveles de Grado de Ingeniería en la Universidad Politécnica de Cartagena  | 621 |
| Diseño curricular del Programa de Ingeniería Mecánica de la Universidad Pontificia Bolivariana, sede Medellín, Colombia   | 633 |
| Evaluación significativa de prácticas de laboratorio: portfolios <i>versus</i> prueba final objetiva  | 644 |
| Introducción de la Cultura Científica en Grados de Ingeniería   | 658 |
| Detección de errores conceptuales en Matemáticas de los alumnos del grado en Ingeniería Informática del Software en su primer año de carrera.                                     | 665 |
| Rúbrica de evaluación en un laboratorio de Ingeniería Química   | 676 |
| Factores explicativos de la elección de grados en el área agroalimentaria   | 686 |
| Diseño de una actividad para el desarrollo y evaluación de competencias transversales en el ámbito de la Teoría de Máquinas y Mecanismos  | 696 |

|  |     |
|--|-----|
| Necesitamos “engineers”. Programa para el desarrollo de las competencias de una ingeniera  | 708 |
| Estudio de la Implantación de Competencias dentro del marco europeo: revisión prospectiva en las enseñanzas técnicas de la Universidad de Oviedo | 718 |
| Sostenibilidad e Ingeniería Industrial: estrategias para integrar la ética en los programas de formación   | 730 |
| Una experiencia en proyectos europeos de ambito educativo  | 743 |
| Modelos didácticos de Goma-EVA para visualizar conceptos y detalles en la enseñanza de estructuras metálicas                                     | 750 |
| <i>Introduction to the Fluid Dynamics of Biological Flows. Innovation project using the CFD simulation of the lung air flow.</i>                 | 762 |
| Aprendizaje activo y cooperativo en el Area de Informática Industrial  | 772 |
| Aprender en el contexto de la empresa  | 784 |
| Valoración por las empresas de las competencias en las prácticas realizadas por alumnos de la Escuela Técnica Superior de Ingeniería del Diseño  | 792 |
| Sinergia bidireccional universidad-empresa. Caso de estudio: Aula Universitaria de Arquitectura  | 804 |
| Nuevas técnicas metodologías para el fomento de habilidades transversales y transferencia del conocimiento en universitarios                     | 815 |
| Formación en competencias socialmente responsables en la Universidad de Oviedo   | 823 |
| Competencias transversales en la asignatura Tecnología Medioambiental  | 833 |
| Actividad sobre la competencia emprendedora introduciendo <i>Lean Startup</i> en un grado de ingeniería  | 842 |
| Evaluación de la competencia transversal ‘Comunicación Efectiva’ mediante presentaciones en vídeo  | 854 |
| Dinamización del aprendizaje de VHDL a través del aprendizaje basado en proyectos en una asignatura de máster                                    | 863 |
| Proyecto Solar-F. Desarrollo de un prototipo de seguidor solar   | 875 |

|  |      |
|--|------|
| Definición de tareas de aprendizaje basado en proyecto colaborativo para Ingeniería Mecatrónica  | 883  |
| La investigación-acción participativa como herramienta de responsabilidad social universitaria   | 895  |
| Implantación del Programa de Mentorías entre iguales MENTOR EPIGIJON   | 907  |
| De Orienta a Mentor  | 919  |
| Sello RIME de calidad de la función orientadora. Poniendo en valor la acción tutorial  | 931  |
| Establecimiento de una relación productiva doctorando/supervisor: expectativas, roles y relación   | 943  |
| Análisis de singularidades en transformaciones trifásicas, empleando una plataforma educativa para ingeniería  | 953  |
| El cuadro de mandos como entorno educacional   | 961  |
| DIBUTEC: plataforma web interactiva para la resolución de ejercicios gráficos en Ingeniería  | 975  |
| Alumnos más participativos con el uso de herramientas de gamificación y colaboración   | 985  |
| Utilización de prensa <i>online</i> , Campus Virtual y dispositivos móviles para el aprendizaje y aplicación de conceptos económico-empresariales en estudiantes de ingeniería | 997  |
| El rol de la práctica de campo en la clase inversa. Caso práctico sobre el diseño de productos para la <i>smartcity</i> en el contexto del Jardín del Túria                    | 1008 |
| Desarrollo de competencias transversales en ingeniería con el inglés como lengua vehicular y mejora de la participación con aprovechamiento en clase.                          | 1019 |
| Experiencia de desarrollo y evaluación de prácticas utilizando TIC   | 1031 |
| Diseño e implementación de una herramienta de coordinación de los títulos que se imparten en la Escuela de Ingenierías Industriales  | 1042 |
| <i>Framework for the analysis of students association' interests &amp; voices</i>  | 1054 |



|  |      |
|--|------|
| Mejora continua en el proceso de internacionalización de la ETS de Ingeniería y Diseño Industrial (ETSIDI) de la Universidad Politécnica de Madrid (UPM)                                     | 1066 |
| Calidad del empleo de la/os egresada/os de Arquitectura Técnica de la Universidad del País Vasco (UPV/EHU) en el período 2005-13: diferencias de género                                      | 1076 |
| <i>Student's cognitive style towards innovation. A pilot study at ETSIDI-UPM</i>   | 1087 |
| Optimización del proceso creativo en el aula: entrenamiento de la actitud creadora para reducir la complejidad multidimensional del pensamiento creativo en el equipo                        | 1091 |
| La formación específica en competencias transversales como contenido integrado en el plan docente  | 1096 |
| Los alumnos deciden: Edublog de la asignatura Estadística  | 1102 |
| La necesidad de la eficiencia energética en las infraestructuras universitarias  | 1106 |
| <i>Learning by engineering: del Lean Manufacturing a la Industria 4.0</i>  | 1110 |
| Prácticas de laboratorio avanzado en últimos cursos de grado   | 1114 |
| Propuesta de actividad de aprendizaje colaborativo en una asignatura de máster universitario   | 1118 |
| Mejora de la praxis docente mediante la inclusión de actividades para el desarrollo de las capacidades metacognitivas de los estudiantes   | 1122 |
| Factores curriculares y evolución tecnológica que inciden en la resolución de sistemas de ecuaciones lineales  | 1126 |
| Ética y sostenibilidad: buscando hueco en los planes de estudios   | 1130 |
| Descripción de una experiencia con el uso de las TICs basada en el uso de videos explicativos y cuestionarios para una mejor comprensión de las prácticas de Física de Ingeniería Industrial | 1134 |
| Banco de ensayos para instalaciones de autoconsumo fotovoltaico aisladas y/o conectadas a red  | 1144 |
| Diseño de mini-videos y mini-audios esenciales para el seguimiento óptimo de las asignaturas y la prevención de su abandono  | 1148 |

|  |      |
|--|------|
| Aplicación interactiva <i>online</i> para el aprendizaje del fenómeno del pandeo en elementos metálicos sometidos a compresión simple  | 1152 |
| Evaluación continua, compartida y progresiva aplicada al Grado de Ingeniería. Caso de estudio  | 1157 |
| Diseño e implantación sistemática de evocaciones y de evaluación por rúbricas en Ingeniería Gráfica por medio de herramientas TIC  | 1163 |
| Asignaturas de nivelación en Master de Ingeniería Mecatrónica. Ejemplo de Electrónica  | 1171 |
| La competencia de responsabilidad  | 1183 |
| MediaLab: nueva formación tecnológica y humanística en la Universidad de Oviedo  | 1196 |
| Mejora de la calidad de los TFG en grados de ingeniería  | 1200 |
| Desarrollo de competencias profesionales en las prácticas de laboratorio/taller  | 1204 |
| La enseñanza de Estadística Aplicada en el Grado de Ingeniería Forestal: para y por ingenieros   | 1214 |
| La redacción de informes técnicos y periciales como formación transversal en ingeniería  | 1225 |
| BEE A DOER – Emprendiendo y aprendiendo impresión 3D   | 1230 |
| Propuesta de curso NOOC: Iniciación a la química para titulaciones de ingeniería   | 1237 |
| <i>Two-Storey building model for testing some vibration mitigation devices</i>   | 1241 |
| Plataforma Web para el entrenamiento de las presentaciones orales del Trabajo Fin de Grado (TFG)   | 1245 |
| Aprendizaje competencial efectivo mediante las prácticas del laboratorio de las asignaturas del área de Mecánica de Fluidos de los estudios de Grado y Máster de Ingeniería Industrial de la Escuela de Ingeniería de Bilbao | 1249 |
| Fabricación y caracterización de materiales compuestos. <i>Composite Materials: manufacturing and characterization</i>   | 1256 |

|   |      |
|---|------|
| Desarrollo de competencias transversales en grados de ingeniería industrial mediante metodologías activas de enseñanza-aprendizaje basadas en el <i>mentoring</i> y ABP         | 1264 |
| Planificación de prácticas de laboratorio basadas en un amplificador de radiofrecuencia de bajo coste orientadas a la enseñanza de asignaturas de Electrónica de Comunicaciones | 1276 |
| Orientación universitaria de estudiantes de ingeniería. Plan de acción tutorial de la Escuela Politécnica superior de Jaén (PAT-EPSJ)   | 1280 |
| Experiencia innovadora en “las ciencias de la naturaleza de educación infantil”   | 1284 |
| Actividad práctica de diseño para la fabricación asistida con CATIA: Doblado de chapa metálica  | 1290 |
| La investigación como parte del proceso educativo de la enseñanza superior  | 1294 |
| Aprendizaje Orientado a Proyectos en el diseño de sistemas mecánicos  | 1298 |
| Evaluación del déficit de atención en niños mediante el análisis de tiempos de respuesta  | 1302 |
| Desarrollo de proyectos didácticos para adquirir competencias transversales   | 1308 |
| Competencias genéricas percibidas por los alumnos con formación en producción vegetal   | 1312 |
| Enseñanza grupal. Estudio por casos de empresas Valencianas   | 1318 |
| Implicación del alumnado en el proceso de aprendizaje mediante Trabajos Fin de Grado/Máster en Ingeniería de Telecomunicación   | 1322 |
| <i>An example of company-university cooperation: Mathematical modeling and numerical simulation of heat dissipation in led bulbs</i>  | 1326 |
| Aprendizaje centrado en el proyecto de estructuras adaptados a la enseñanza universitaria   | 1331 |
| Nuevo enfoque pedagógico en la formación del perfil profesional para el desarrollo de proyectos de automatización industrial a través de un concepto de integración total       | 1335 |
| Convenios de cooperación educativa en el ámbito náutico: universidad- empresa   | 1339 |

*Índice de ponencias*

|   |      |
|---|------|
| Sinergia bidireccional universidad-empresa. Caso de estudio: proyecto de investigación ERGONUI-TME                            | 1344 |
| Estudio comparativo entre estudiantes de ingeniería de la Universidad de León mediante el <i>test Force Concept Inventory</i> | 1350 |
| Innovación para el desarrollo de nueva propuesta de máster semipresencial en prevención de riesgos laborales                  | 1354 |
| El círculo de Mohr y la innovación docente en educación superior  | 1359 |



## La importancia de las empresas como patrocinadores de los laboratorios de fabricación (Fab Labs)

**Cristina Alía<sup>a</sup>, Cristina Moreno-Díaz<sup>a</sup>, Rosa Ocaña<sup>a</sup>, Julián Narbón<sup>a</sup>, Jesús Caja<sup>a</sup>, Piera Maresca<sup>a</sup>, Silvia Nuere<sup>a</sup>, Manuel Merino<sup>a</sup> y Alberto Sanchidrián<sup>a</sup>**

<sup>a</sup> Escuela Técnica Superior de Ingeniería y Diseño Industrial (Universidad Politécnica de Madrid)  
mail: cristina.alia@upm.es

---

### **Abstract**

*In the Manufacturing Laboratories (Fab Labs), all digital manufacturing tools are pooled in order to be able to realize almost any kind of project. For the start-up of Fab Lab ETSIDI Ingenia Madrid in the Escuela Técnica Superior de Ingeniería y Diseño Industrial of Universidad Politécnica de Madrid, the connection with companies has been essential. This is due to the fact that the laboratory is not allocated a budget line by the university, and we are allowed the acquisition of software and equipment. The enterprises participate in the project as sponsors. In some situations, they donate equipments, this is the case of BQ or Stayer Ibérica, and in others cases, we are lend in devices, like Roland dg or Comercial Pazos. Also, financial grants are contributed as for example SIKA or Fundación Privada Caja de Ingenieros. In all instances, students have a fundamental role. They manage to establish a bond between both, sponsors and students. Thus, the collaboration of these companies is translated into a very positive and favourable relationship in both directions, which further increases the interest deposited in this Manufacturing Laboratory. For this reason, this paper will discuss about collaboration in the real case of the Fab Lab ETSIDI Ingenia Madrid.*

**Keywords:** *Fab Lab ETSIDI Ingenia Madrid, Company-University-Students connection, innovation in undertaking, process of learning based of project.*

## **Resumen**

*En los Laboratorios de Fabricación (Fab Labs) se trata de aunar todas las herramientas de fabricación digital necesarias para poder realizar casi cualquier proyecto. Para el Fab Lab ETSIDI Ingenia Madrid de la Escuela Técnica Superior de Ingeniería y Diseño Industrial de la Universidad Politécnica de Madrid la conexión con las empresas ha sido fundamental para su puesta en funcionamiento puesto que, al no contar con una partida presupuestaria concreta de la Universidad, permite adquirir equipos o software. Las empresas participan en el proyecto como patrocinadores aportando en algunos casos, equipos donados como es el caso de BQ o Stayer Ibérica y, en otros, equipos prestados en depósito como Roland dg o Comercial Pazos. También hay otros patrocinadores como SIKA o Fundación Privada Caja de Ingenieros, que aportan ayudas económicas. En todos los casos los alumnos tienen un papel fundamental logrando establecer lazos entre ambos, empresa y alumnado. Por tanto, la colaboración de estas empresas se traduce en una relación muy positiva y favorable en ambas direcciones que eleva aún más el interés puesto en este Laboratorio de Fabricación y, por este motivo, en este trabajo se va a tratar esta colaboración desde el caso real del Fab Lab ETSIDI Ingenia Madrid.*

**Palabras clave:** *Fab Lab ETSIDI Ingenia Madrid, conexión Empresa-Universidad-Alumnos, innovación en el emprendimiento, proceso de enseñanza-aprendizaje basado en proyectos*

## **Introducción**

Los Fab Labs (acrónimo del inglés de Laboratorio de Fabricación) son una red global de laboratorios locales que hacen posible la creatividad y la invención dando acceso a herramientas de fabricación digital [1]. Los Fab Labs comparten un inventario común en constante evolución, con máquinas y procesos que permiten hacer casi cualquier cosa. Esto hace posible que se puedan compartir proyectos entre diferentes Fab Labs y que cualquier persona acostumbrada a trabajar con estas herramientas y métodos pueda trabajar en cualquier Fab Lab de la red. Esta red global de Fab Labs da apoyo operativo, educativo, técnico, financiero y logístico más allá de lo que se puede encontrar en un único Fab Lab [2]. Los Fab Labs están disponibles como recursos comunitarios, permitiendo el acceso abierto a los usuarios así como el desarrollo de programas y proyectos [3]. Los diseños y proyectos



desarrollados en el laboratorio pueden protegerse para venderse en la forma que elija el inventor, pero deben estar disponibles para que los usuarios puedan utilizarlos y aprender de ellos [4].

La idea de poner en marcha el Fab Lab ETSIDI Ingenia Madrid [5] surgió hace dos años por iniciativa de algunos profesores de la Escuela Técnica Superior de Ingeniería y Diseño Industrial (ETSIDI) de la Universidad Politécnica de Madrid (UPM) al percibir que los alumnos de Grado, Master y Doctorado necesitaban un espacio más allá de las clases y talleres donde poder materializar y desarrollar sus ideas, inventos y proyectos. Un lugar donde reunirse y trabajar en equipo en proyectos de innovación e investigación. En el Fab Lab ETSIDI la colaboración de las empresas fue fundamental para su puesta en funcionamiento puesto que, al no contar con una partida presupuestaria concreta de la Universidad, permitió adquirir equipos o software que se han utilizado en diferentes y variados proyectos. Las empresas participan como patrocinadores aportando en algunos casos, equipos donados como es el caso de BQ o Stayer Ibérica y, en otros, equipos prestados en depósito como Roland dg o Comercial Pazos. También hay otros patrocinadores como SIKA, la Fundación Privada Caja de Ingenieros y el propio Stayer Ibérica, que patrocinan con ayudas económicas de diferente índole. El *feedback* que recibe la empresa por parte del alumnado es muy variado según los objetivos particulares de cada una de ellas pero siempre, los alumnos de la ETSIDI, tienen un papel fundamental y son el último fin de esta relación. A día de hoy, el patrocinio por parte de las empresas sigue siendo fundamental para el mantenimiento del Fab Lab ETSIDI pero con una evolución muy positiva ya que se ha pasado de un primer patrocinio en un proyecto base que estaba empezando a funcionar a una colaboración estrecha dos años después que se traduce en la organización de concursos variados, talleres de formación en los equipos disponibles en el Fab Lab, seminarios impartidos por las empresas y una oportunidad de trabajo que ya se ha conseguido materializar y que se espera que en el futuro se pueda seguir desarrollando. Así, en este trabajo se va a poner en valor los proyectos que se realizan en colaboración Fab Lab-Empresas y que sirven para establecer lazos de conexión entre ambas partes (alumnos-empresa y, también, empresa-alumnos) acercando así, a los estudiantes al mundo laboral real y aportándoles experiencias curriculares más allá de la docencia propiamente dicha.

### **Patrocinadores del Fab Lab ETSIDI Ingenia Madrid**

El Fab Lab ETSIDI Ingenia Madrid se gestiona a través de una asociación sin ánimo de lucro formada por nueve profesores que compaginan su docencia e investigación con las labores que desarrolla el Fab Lab en su día a día. Sin embargo, la puesta en marcha del laboratorio no podría haberse llevado a cabo sin los patrocinadores que subvencionan económicamente y aprovisionan de material y equipos a través de donaciones y préstamos. Los patrocinadores actuales del Fab Lab son:

- Roland dg comercializa la línea más vendida de impresoras de inyección de tinta e impresoras/cortadoras integradas de formato grande, cortadoras de vinilo, grabadores. Fue fundada en 1981, cotiza en la Bolsa de Valores de Tokio y es la primera empresa proveedora mundial de impresoras de inyección de tinta en formato ancho para el mercado de gráficos durables. (Colaboración GOLD: Socio colaborador principal).
- Stayer Ibérica se dedica principalmente a la fabricación y comercialización de maquinaria electro portátil, entendiendo por maquinaria electroportátil: taladros, martillos, maquinaria para pintar, amoladoras, ingletadoras, hidrolimpiadoras. Es una empresa internacional creada en Italia pero que actualmente trabaja en 58 países, incluido España, donde basa una importante parte de su mercado. (Colaboración GOLD: Socio colaborador principal).
- Comercial Pazos es una empresa madrileña que en la actualidad está ubicada en la calle de los Embajadores y se dedica a la comercialización de maquinaria y herramientas para el sector de la madera. Nació en 1950 como un pequeño taller de reparación especializado en problemas eléctricos en el sector de la automoción. Muy pronto las reparaciones comenzaron a ser de maquinaria electroportátil relacionada con la madera. (Colaboración GOLD: Socio colaborador principal).
- SIKA es un líder global en aplicaciones, productos y sistemas para la Industria en los campos del sellado, pegado, aislamiento y refuerzo. Desarrollan y producen materiales innovadores para el automóvil y el sector de la construcción naval, para una gran variedad de equipos, maquinaria, electrodomésticos y elementos de construcción y sistemas de energías renovables. (Colaboración GOLD: Socio colaborador principal).
- BQ es una marca española dedicada al diseño, venta y distribución de lectores electrónicos, tabletas, teléfonos inteligentes, impresoras 3D y kits de robótica. Comenzó siendo una empresa de fabricación de libros electrónicos fundada por 5 estudiantes de Ingeniería de Telecomunicaciones de la Universidad Politécnica de Madrid, y actualmente se ha extendido a varios mercados, entre los que destacan el de los dispositivos móviles y la impresión 3D. (Colaboración SILVER: Colaborador).
- La Fundación Privada Caja de Ingenieros es la expresión de la vocación de Responsabilidad Social Corporativa de Caja de Ingenieros y en particular, de su compromiso con la mejora de los Grupos de Interés en que desarrolla su actividad. Quieren ser una Entidad que contribuya al desarrollo social, económico y cultural de sus socios y de la sociedad a través de nuestro compromiso con el desarrollo de los profesionales. (Colaboración SILVER: Colaborador).

### **Recursos aportados por los patrocinadores al Fab Lab ETSIDI Ingenia Madrid**

Los recursos disponibles en el Fab Lab permiten llevar a cabo la filosofía “Make it Yourself”. Estos recursos se pueden dividir en tres grandes grupos: equipos donados, equipos en préstamo o depósito y financiación económica. Los equipos donados son:

- Impresoras 3D de bq: Prusa i3 Hephestos (Figura 1a) y Hephestos 2 (Figura 1b).



a)



b)

**Figura 1: Impresoras 3D disponibles en el Fab Lab ETSIDI a) Prusa i3 Hephestos y b) Hephestos 2.**

- Máquinas herramientas de Stayer Ibérica: Ingletadora SC 250W PRO (Figura 2a), Taladro vertical TRC130C (Figura 2b), multi drill (Figura 2c), lijadora delta LD141 (Figura 2d) y aspirador VAC 2050C (Figura 2e).



a)



b)



c)

*La importancia de las empresas como patrocinadores de los laboratorios de fabricación (Fab Labs)*



**Figura 2: a) Ingletadora SC 250W PRO, b) taladro vertical TRC130C, c) multi drill, d) lijadora delta LD141, e) aspirador VAC 2050C.**

Los equipos prestados en depósito son:

- Fresadora CNC Monofab SRM 20 de Roland dg (Figura3a).
- Fresadora CNC bravoprodigy de Comercial Pazos (Figura 3b).



**Figura 3: a) Fresadora CNC Bravoprodigy y b) Fresadora CNC Monofab SRM 20.**

Respecto a la financiación económica el Fab Lab ETSIDI dispone, en este sentido, de varias empresas de reconocido prestigio que aportan subvención: SIKA, Fundación Privada Caja de Ingenieros, Stayer Ibérica.

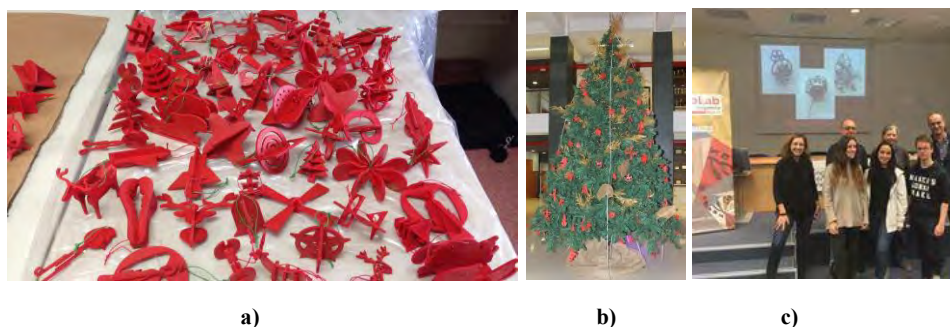
### **Resultados obtenidos y experiencias**

Desde su inauguración, el Fab Lab ETSIDI ha desarrollado proyectos y actividades para incentivar la creatividad y la iniciativa entre jóvenes y niños. También periódicamente se llevan a cabo cursos y seminarios para formar a los usuarios en el uso de la maquinaria del Fab Lab para otorgarles la capacidad de fabricar por si mismos. En los concursos se ha

encontrado un buen aliado para promover el uso de estas tecnologías entre el alumnado donde los ganadores obtienen no sólo premios económicos sino que también experiencia que añadir a sus cv. Las actividades organizadas desde el Fab Lab durante estos años han sido de diferente índole pero no hay duda que la participación de las empresas ha sido clave al proporcionar temáticas para las mismas y la financiación económica para los premios. Cada año se van promoviendo más y más iniciativas de este estilo que acercan las empresas a los alumnos y los alumnos a las empresas. A continuación se comentan algunas de estas experiencias.

- **Concurso de adornos de navidad**

El concurso “Adornos de Navidad” fue la primera actividad que se llevó a cabo desde el Fab Lab ETSIDI, en Diciembre 2015, para decorar el árbol de navidad oficial del Centro (Figura 4b) donde podían participar todos los estudiantes de la Escuela. Hoy ya vamos por la tercera edición y sigue siendo un éxito. Es un concurso patrocinado por la empresa Comercial Pazos donde se pone a prueba a los alumnos en el manejo del fresado CNC. Comercial Pazos está especializado en el uso de madera y por eso el uso de este material, en concreto DM, era y sigue siendo, un requisito fundamental. No sólo eso, el adorno debía ser diseñado en 2D y debía constar de varias piezas que le proporcionasen volumen una vez ensambladas (3D) (Figura 4a). Esto fomenta el desarrollo espacial en el alumno el cual debe saber manejar los conceptos de dos y tres dimensiones. Aprovechando el diseño de algo sencillo se estimula al alumno a manejarse con diferentes software de CAD. Además, debía emplearse únicamente para su fabricación una fresadora de CNC por lo que deben conocer las características y los parámetros de trabajo de este tipo de equipos. Por tanto, los objetivos del concurso eran introducir a los estudiantes en la tecnología del fresado CNC teniendo que conocer el modo de funcionamiento para poder realizar un diseño factible de ser mecanizado y fomentar el uso de la madera como material para realizar modelos y maquetas. Se valoraron las aportaciones innovadoras y originales. El resultado fue la participación de más de 70 alumnos el primer año y que ha ascendido a más de 100 en este tercer año.



**Figura 4:** a) Adornos de Navidad, b) Arbol de Navidad de la ETSIDI, c) Entrega de premios 2017

El alumno no sólo afianza y desarrolla la concepción espacial, así como la técnica del fresado CNC sino que su trabajo se expone en público en algo tan simbólico como el árbol de Navidad oficial de la ETSIDI colocado en el hall principal de la misma (Figura 4b). Además los tres ganadores también reciben un premio en material de Comercial Pazos, el primero de ellos, valorado en más de 100€ y un bono de 10 menús para la cafetería de la Escuela.

- **Juego del Prontuario de SIKA**

El Juego del Prontuario de Sika también se ha convertido en un clásico en el Fab Lab ETSIDI. No sólo nos encargamos de organizar y fomentar la participación sino que llevamos ya tres años escribiendo el problema que deben resolver los alumnos de ingeniería industrial de toda España que participen en el mismo. Tiene como fin poner a prueba los conocimientos de los participantes además de su creatividad. Se trata de un problema sencillo siempre relacionado con los adhesivos en relación con un medio de transporte. Por el premio han pasado coches, submarinos, barcos y en la última edición 2018, los camiones.

Es un concurso de ideas para la resolución de un problema que está entre lo real y lo imaginario. Los participantes debían ser alumnos matriculados al menos en una asignatura en Escuelas Técnicas Superiores en el área de la Ingeniería Industrial (Figura 5a). Se participa a título individual. El 1<sup>er</sup> premio es de 3.000 € en metálico o una beca de trabajo de tres meses de duración - valorada en 3.000 €- en SIKA o en alguna de las empresas del sector (Figura 5b).



**Figura 5: a) Presentación del Premio por el director técnico de la parte industrial de SIKA y b) Cartel de difusión del Premio del Prontuario 2017.**

- **Concurso Fundación Privada Caja de Ingenieros con la Sostenibilidad**

La Fundación Privada Caja de Ingenieros lanzó un concurso de diseño industrial enfocado a todos las Escuelas de Ingeniería en Diseño Industrial de España, tanto públicas como privadas, con lo que se sobrepasan las fronteras de la ETSIDI para buscar nuevos alumnos a los que despertar vocaciones tecnológicas (Figura 6a).



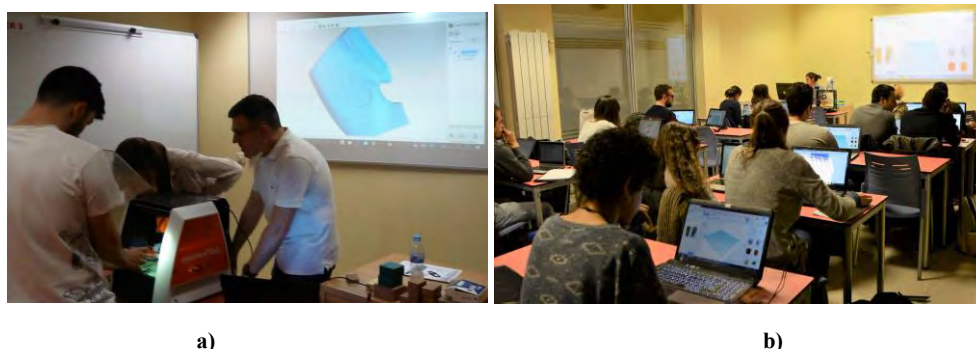


**Figura 6: Concurso de la Fundación Caja de Ingenieros con la Sostenibilidad, a) Cartel anunciador y b) Entrega de Premios**

Este año está en marcha la segunda edición con el objetivo de potenciar la sostenibilidad entre la Comunidad Universitaria diseñando y fabricando una papelerera para reciclar que pueda ser colocada en diferentes espacios oficiales y en las oficinas de Caja de Ingenieros de toda España. Se otorgan tres premios en metálico y no solo eso, sino que se fomenta la posibilidad de que el proyecto ganador se lleve a cabo. Los alumnos tienen una nueva oportunidad para desarrollar un proyecto que puede hacerse realidad con la importancia que ello conlleva a nivel curricular.

Hay que presentar un prototipo que puede ser realizado en cualquier material y con la tecnología que considerasen más apropiada teniendo en cuenta la sostenibilidad e intentando reducir el presupuesto lo máximo posible.

- **Cursos de Formación**



**Figura 7: a) Curso de Fresadora CNC impartido por Roland dg y b) Curso de Impresión 3D impartido por el Fab Lab ETSIDI.**

Cada cuatrimestre el Fab Lab ETSIDI lleva a cabo cursos de capacitación y uso de las diferentes máquinas de las que disponemos. Estos cursos de formación son impartidos por técnicos especialistas de las empresas fabricantes de los distintos equipos por lo que a parte de adquirir los conocimientos para la manipulación del mismo, se proporciona un certificado oficial de asistencia y formación firmado por la empresa distribuidora y el Fab Lab ETSIDI. Se han realizado cursos de: impresión 3D, fresadora CNC y corte láser teniendo gran acogida por parte del alumnado al ser los propios patrocinadores los implicados en su impartición (figura 7a y 7b). Los alumnos conocen de primera mano los equipos y sus características, se forman en las nuevas tecnologías y la empresa recibe un feedback muy provechoso para ellos.

## **Conclusiones**

La colaboración de las empresas como patrocinadores del Fab Lab ETSIDI ha sido desde su inauguración muy importante. Lo que empezó siendo una simple colaboración se ha traducido después de dos años en una relación muy positiva y favorable en ambas direcciones que eleva aún más el interés puesto en este Laboratorio de Fabricación. Las empresas con sus donaciones, depósitos y financiación económica promueven diferentes concursos, talleres y seminarios que motivan al alumnado y aumentan su experiencia más allá de las clases.

Al igual que las empresas, la participación del alumno también ha sido muy importante y activa despertando en ellos gran motivación al ser proyectos reales que se pueden llevar a cabo en algunos casos y, en otros, con compensación económica. Pero lo más importante es la experiencia que les proporcionan y la conexión con las empresas que se fomenta resultando muy beneficioso para su futuro.

Morbi sit amet tempus metus. Nullam ut tortor eu sapien auctor tincidunt. Duis massa nisl, convallis et augue quis, congue aliquet tellus. Vestibulum sit amet accumsan nunc. Nunc efficitur suscipit lacus, facilisis ornare erat fermentum posuere. Ut ac diam lobortis, luctus elit at, ultricies ipsum. Integer sed purus odio. Integer iaculis turpis vel massa elementum efficitur vitae vel orci. Mauris scelerisque nunc dolor, quis fermentum augue varius sit amet. Proin elementum semper magna ac luctus. Aliquam ut libero fermentum, vehicula ante ut, eleifend purus. Phasellus quis neque enim (Salazar, 2005).

## **Referencias**

- [1] Fab Lab foundation web- ¿What is a Fab Lab?. <http://www.fabfoundation.org>
- [2] Fab Lab information web- <https://www.fablabs.io/labs>

*C. Alía, R. Ocaña, J. Caja, C. Moreno, P. Maresca, S. Nuere, M. Merino, J. Narbón, A. Sanchidrián*

- [3] Fab Lab foundation web ideal lab layout- <http://www.fabfoundation.org/fab-labs/setting-up-a-fab-lab/>
- [4] Fab Lab inventory- <http://fab.cba.mit.edu/about/fab/inv.html>
- [5] <http://fablabetsidi.com/>